

**МОРФОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ВИЛОЧКОВОЇ ЗАЛОЗИ ЩУРІВ ПІСЛЯ
ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ****ДЗ «Дніпропетровська медична академія Міністерства охорони здоров'я України»
(м. Дніпропетровськ)**

Робота є фрагментом наукової теми «Морфофункціональні особливості судинного русла та регенераційні можливості внутрішніх органів після органозберігаючих оперативних втручань малоінвазивними методами», яка виконується на кафедрі урології, оперативної хірургії та топографічної анатомії, № держ. реєстрації 0111U 008101.

Вступ. Виробництво, передача, розподіл та використання електроенергії супроводжується впливом на організм людини як високочастотних, так і низькочастотних електромагнітних полів. У промислово розвинених країнах, особливо в містах, практично все населення піддається цьому впливу. Численні наукові дослідження за останні 20 років, із залученням епідеміології, клітинної біології та токсикології дали неоднозначні результати щодо ризику електромагнітного поля для здоров'я населення. Джерела електромагнітних полів створюються внаслідок випромінювання енергії від будь-яких електричних струмів: засоби зв'язку, повітряні лінії електропередач високої та надвисокої напруги, побутова та офісна техніка, телебачення, радіомовлення, радіонавігація, відкрите розподільче обладнання [4]. При вивченні дії електромагнітного опромінення на організм велика увага приділяється питанню впливу на різні структури організму мобільних телефонів. Літературні дані засвідчують пряме експериментальне підтвердження можливості канцерогенної дії на організм та окремі його органи, в тому числі і на вилочкову залозу, мікрохвильового випромінювання радіо- та мобільних телефонів [7].

В експерименті на тваринах встановлена висока чутливість гістохімічних показників та ультраструктури клітин різних утворень головного та спинного мозку, тканини серця, печінки, вилочкової залози після дії іонізуючого випромінювання та електромагнітного поля [2]. Під впливом різних сильних подразників – травми, іонізуючого випромінювання, в тому числі і електромагнітних хвиль, передчасно може наступити акцидентальна інволюція вилочкової залози. При цьому відбувається масова загибель лімфоцитів в самому органі, особливо в кірковій речовині, викид Т-лімфоцитів в кров і міграція тимоцитів до периферійних органів лімфоїдної системи [3].

Після впливу електромагнітного поля в організмі людини формується аутоімунітет, появу якого пов'язують не стільки з змінами в антигенній структурі тканин, скільки з патологією імунної системи, в результаті чого вона реагує проти нормальних тканинних антигенів. Основу всіх аутоімунних станів

складає в першу чергу імунодефіцит по тимусзалежній клітинній популяції лімфоцитів. Шкідлива дія електромагнітного поля на імунну систему проявляється в пригнічуючому ефекті на Т-систему клітинного імунітету [5; 6].

Метою дослідження було встановлення структурних змін, які відбуваються в вилочковій залозі щурів після впливу електромагнітного випромінювання.

Об'єкт і методи дослідження. У дослідженні використано 115 щурів-самців лінії Вістар масою 180-200 г, з них контрольна група склала 25 самців. Експеримент з вивчення впливу електромагнітного поля мереж напруженістю 750 кВ на організм тварин проводився на підстанції «Дніпрообленерго» м. Дніпропетровська. Всі маніпуляції з тваринами проводилися у відповідності до «Європейської конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та інших наукових цілей» (Страсбург, 1985) та положень «Загальних етичних принципів експериментів на тваринах», ухвалених Першим Національним конгресом з біоетики (Київ, 2001). Щури опромінювалися електромагнітними хвилями в діапазоні низьких частот – 50 Гц, при напруженості електромагнітного поля 23-34,5 кВ/м² протягом 120 дБ, кожного дня – по 30 хвилин. Під легким ефірним наркозом тварин декапітували на 14, 30, 45, 90 та 120 доби після дії електромагнітного поля, після чого з тварин забирали вилочкові залози. Після макроскопічного дослідження органів зрізи забарвлювали гематоксиліном та еозином та по Малорі-Слінченко. Пофарбовані зрізи органів вивчалися в біокулярному мікроскопі «Leica СМЕ» та світловому мікроскопі «Біолам» з використанням об'єкт- та окуляр-мікрометра. Вимірювались числова (Iv), об'ємна (Vv) та питома (Uv) щільності лімфоцитів вилочкової залози:

Iv – числова щільність лімфоцитів, яка вказує на вміст всіх лімфоцитів на площині 0,0081 мм²; Vv – об'ємна щільність лімфоцитів, яка вказує вміст всіх лімфоцитів на площині 0,0081 мм² разом з тими лімфоцитами, які знаходились на пересіченні з 4-ма лініями окулярної вставки-решітки Автанділова. Індекс питомої щільності лімфоцитів Uv визначався за формулою:

$$Uv = Iv / Vv.$$

Результати дослідження оцінювали методами варіаційної статистики [1]. Достовірність різниці результатів визначали за допомогою критерія Стюдента.



Рис. 1. Вилочкова залоза контрольних тварин. Забарвлення гематоксилін-еозином. **Зб. 15x20.** Чітка межа між кірковою та мозковою речовинами.

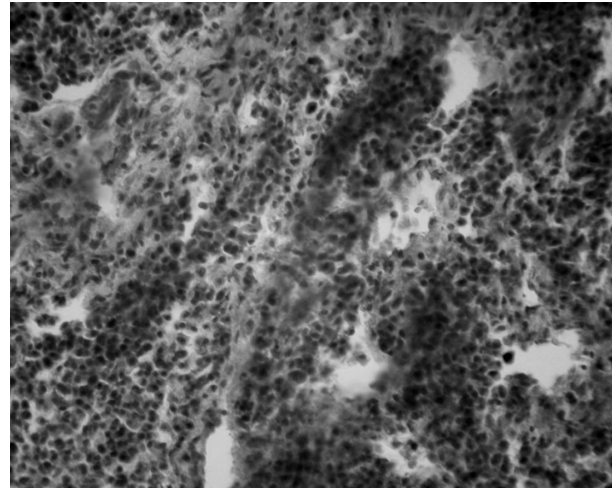


Рис. 2. Вилочкова залоза на 30-у добу після дії електромагнітного поля. Забарвлення гематоксилін-еозином. **Зб. 15x90.** В субкапсулярній зоні кори – макрофаги з фагоцитованими лімфоцитами.

Результати досліджень та їх обговорення. Вилочкова залоза щурів контрольної групи складалася з двох частин сіро-білого кольору в тонкій капсулі з гомогенного виду паренхімою м'яко-еластичної консистенції. Мікроскопічно визначалася чітка межа між широкою кірковою та вузькою мозковою речовиною органу. Спостерігалась інфільтрація кіркової та мозкової зони вилочкової залози лімфоцитами. Питома щільність лімфоцитів становила $0,890 \pm 0,004$ ум. од. ($p < 0,05$). Тканину вилочкової залози пронизували кровоносні судини. При мікроскопічному дослідженні зустрічалися поодинокі сегментоядерні нейтрофіли. У мозковій речовині тварин виявлялася мережа епітеліоретикулоцитів з широкою цитоплазмою і великими слабобазофільними ядрами. В тканині вилочкової залози визначалися клітини неправильної форми з сегментованими ядрами (рис. 1).

На 14-ту добу після припинення дії електромагнітного випромінювання макроскопічна картина вилочкової залози залишалася такою ж, як і в контрольній групі тварин. На гістологічних зрізах капсула вилочкової залози потовщувалася за рахунок набряку, повнокров'я капілярів і незначної інфільтрації тучними клітинами, лімфоцитами і окремими плазмоцитами. Часточки широко відстояли одна від одної, в паренхімі були дрібні крововиливи. Питома щільність лімфоцитів в тканині вилочкової залози становила $0,885 \pm 0,006$ ум. од. Цей показник був менший, ніж в контрольній групі тварин ($p < 0,05$). Лімфоцити вилочкової залози мали різноспрямовану орієнтацію, деякі з них були фагоцитовані макрофагами. Товщу вилочкової залози поділяли сполучнотканинні перетинки з клітинами різного походження.

На 30-у добу після припинення дії електромагнітного поля мікроскопічно звужувалася кіркова речовина вилочкової залози, виявлялося збіднення її клітинними елементами. Найбільше розрідження

лімфоцитів реєструвалося в субкапсулярній зоні кори. Дефіцит клітинних елементів лімфоїдного ряду в кірковій речовині вилочкової залози приводив до стирання межі його з мозковою речовиною. В поле зору з'являлися зруйновані лімфоцити, а також лімфоцити, фагоцитовані макрофагами. Виявлявся набряк ендотелію артерій і венул органу. Питома щільність лімфоцитів в зрівнянні з попереднім строком спостереження зменшилась до $0,878 \pm 0,003$ ум. од. ($p > 0,05$). На загальному тлі сильнобазофільних клітин визначалася велика кількість клітин з круглими та сегментованими ядрами. Тобто спостерігались явища лімфоцитарного апоптозу клітин тимусу. Зустрічалися одиничні тромби судин. Явища, що відбувалися в тканині тимусу, свідкували про поступове настання акцидентальної інволюції цього органу (рис. 2).

На 45-ту добу експерименту дефіцит клітинних елементів лімфоїдного ряду в кірковій речовині вилочкової залози призводив до стирання межі його з мозковою речовиною. В субкапсулярній зоні кіркової речовини спостерігалось найбільше розрідження лімфоцитів. В поле зору можна було простежити набряклий ендотелій посткапілярних венул, збільшувалася кількість ядерних осколків в просвіті епітеліальних ходів. В кірковій речовині тимусу були наявні ознаки лімфоцитолізу, зустрічалися лімфоцити з сегментованими ядрами, сегментоядерні нейтрофіли. Кровоносні судини розширені, зустрічалися точкові крововиливи в тканину вилочкової залози, тромби судин. Питома щільність лімфоцитів становила $0,900 \pm 0,002$ ум. од., що перевищувало показники 30-ї доби експерименту ($p < 0,05$).

На 60-ту добу експеримента волокна тканини тимуса мали поздовжню орієнтацію. Лімфоцити компанувались групами. Між ділянками тканини зустрічалися кровоносні судини. Кіркова речовина була більш щільною, мозкова – розрідженою. У

мозковій речовині чітко розрізнялися великі клітини мезенхімального походження. На гістологічних препаратах тимусу цієї групи менше спостерігалось лімфоцитів з неправильною формою ядер. Лімфоцитарна інфільтрація тканини вилочкової залози менш виражена, межа між кірковою та мозковою речовинами мала більш чіткі форми.

На 90-у добу експеримента кордон між кірковою та мозковою речовинами набував більш чітких обрисів. Найбільше лімфоцитів розташовувалося в субкапсулярній зоні. Менше, ніж в попередні строки спостереження, спостерігалось утворення базофільних ядерних відламків, які розміщувалися вільно і в цитоплазмі макрофагів. Макрофаги виглядали більше лімфоцитів, мали велику світлу цитоплазму, що робило їх чітко помітними на загальному тлі щільної компановки ядер лімфоїдних клітин. Питома щільність лімфоцитів на 90-у добу експеримента складала $0,880 \pm 0,005$ ум. од. ($p < 0,05$).

На 120-ту добу експеримента макроскопічна картина вилочкової залози не відрізнялася від попередньої доби спостереження. На гістологічних зрізах були виражені проліферативні процеси в органі, що проявлялося в збільшенні кіркової речовини та гіпоплазії мозкової, збільшенні щільності розташування лімфоцитів в корі. Поряд з реструктивними змінами визначалися явища відновлення диференціювання

лімфоцитів і накопиченням незрілих лімфодних клітин у всіх зонах тимуса. Питома щільність лімфоцитів вилочкової залози становила $0,885 \pm 0,005$ ум. од. ($p < 0,05$), що також спостерігалось на 45-ту добу експеримента.

Висновки. З початку експерименту після дії електромагнітного поля відбувається руйнування тканини вилочкової залози, що проявилось в дистрофічних процесах в її лімфоцитарному та епітеліальному компонентах. Вплив електромагнітного випромінювання ініціював в тканині вилочкової залози явища акцидентальної інволюції органу. Починаючи з 60-ї доби експерименту в тимусі відбуваються компенсаторно-приспосовчі зміни в вигляді появи чіткої межі між кірковою і мозковою речовинами, збільшенні питомої щільності лімфоцитів, звуженні мозкової та розширенні кіркової речовини. Відновлюються функціональні можливості тимуса як органу-депо Т- та В-лімфоцитів.

Перспективи подальших досліджень. В наступних роботах можливо дослідження ймовірних змін показників загального імунного статусу осіб, які перебувають під дією електромагнітних хвиль на виробництві та розробка профілактичних заходів для запобігання можливих негативних наслідків впливу шкідливих факторів зовнішнього середовища.

Список літератури

1. Автандилов Г. Г. Медицинская морфометрия / Г. Г. Автандилов. – М.: Медицина, 1990. – 348 с.
2. Беляева Н. В. Клітинні механізми формування радіаційних ефектів в імунній системі у віддаленому періоді Чорнобильської аварії: автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра мед. наук: спец. 14.03.08 «Імунологія та алергологія» / Н. В. Беляева. – К., 2009. – 40 с.
3. Волошин В. М. Морфологічні зміни тимусу статевозрілих щурів після інгаляційного впливу толуолу / В. М. Волошин // Морфологія. – 2012. – Т. VI, №1. – С. 25-30.
4. Гребняк М. П. Екопедіатрія / М. П. Гребняк, С. А. Щудро, О. Б. Єрмаченко. – Д.: Пороги, 2011. – 300 с.
5. Занковская М. И. Влияние ЭМП на живые организмы / М. И. Занковская. – Д.: Пороги, 2001. – 19 с.
6. Ратынский М. А. Основы сотовой связи / М. А. Ратынский. – М.: Радио и связь, 2000. – 248 с.
7. Якименко І. Л. Мобільний телефон і здоров'я людини / І. Л. Якименко, Є. П. Сидорик. – К.: Наука, 2010. – 96 с.

УДК 616.438 – 092.9:537.531:576.31

МОРФОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ВИЛОЧКОВОЇ ЗАЛОЗИ ЩУРІВ ПІСЛЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Шарапова Е. Н.

Резюме. В данній роботі досліджена морфологічно-функціональна структура вилочкової залози щурів, які піддалися впливу електромагнітного поля високого напруження низької частоти. В результаті дослідження встановлено, що в початку експерименту в тканині вилочкової залози спостерігаються явища лімфоцитозу, фагоцитозу макрофагами лімфоцитів, що являється проявом акцидентальної інволюції тимуса. В більш віддалені строки експерименту наступають компенсаторні процеси в тканині тимуса в формі відновлення питомої площі лімфоцитів, зменшення мозкового речовини та збільшення коркової речовини.

Ключеві слова: вилочкова залоза, електромагнітне поле, щільність лімфоцитів, коркова речовина, мозкова речовина.

УДК 616.438 – 092.9:537.531:576.31

МОРФОЛОГІЧНА СТРУКТУРА ВИЛОЧКОВОЇ ЗАЛОЗИ ЩУРІВ ПІСЛЯ ВПЛИВУ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ

Шарапова О. М.

Резюме. В даній роботі досліджена морфофункціональна структура вилочкової залози щурів, які опромінювались електромагнітним полем високої напруги низької частоти. В результаті дослідження встановлено, що на початку експерименту в тканині вилочкової залози спостерігаються явища лімфоцитоліза, фагоцитоза макрофагами лімфоцитів, що є проявою акцидентальної інволюції тимуса. В більш віддалені строки експеримента наступають компенсаторні процеси в тканині тимуса в вигляді відновлення питомої щільності лімфоцитів, зменшенні мозкової речовини та збільшенні кіркової речовини.

Ключові слова: вилочкова залоза, електромагнітне поле, щільність лімфоцитів, кіркова речовина, мозкова речовина.

UDC 616.438-092.9:537.531:576.31

Morphological Structure of the Rats' Thymus Gland after Influence of Electromagnetic Radiation

Sharapova E. N.

Summary. This work represents morphofunctional structure of the rats' Thymus gland, which incurred the influence of high voltage low frequency electromagnetic field. As a result it is found, that at the beginning of experiment in the Thymus' tissue the phenomenon of lymphocytolysis was observed (phagocytosis of lymphocytes by macrophages), that is an expression of accidental involution of the Thymus. To more remote period of the experiment, compensatory processes in the tissue of Thymus come, such as recovery of lymphocytes' specific area, decrease of medullar substance and increase of cortical substance.

Key words: Thymus gland, electromagnetic field, density of lymphocytes, cortical substance, medullar substance.

Стаття надійшла 18.10.2012 р.

Рецензент – проф. Проніна О. М.